

DOCKET NO.: 260055US2SPPCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Takehiro UEDA, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/03770

INTERNATIONAL FILING DATE: March 27, 2003

FOR: METHOD FOR SUPPRESSING CHARGING OF COMPONENT IN VACUUM
PROCESSING CHAMBER OF PLASMA PROCESSOR AND PLASMA PROCESSOR

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

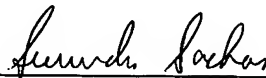
Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

| <u>COUNTRY</u> | <u>APPLICATION NO</u> | <u>DAY/MONTH/YEAR</u> |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
| Japan | 2002-109189 | 11 April 2002 |

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/03770. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

27.03.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

| | |
|-------------------|-----|
| REC'D 17 APR 2003 | |
| WIPO | PCT |

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 4月11日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-109189

[ST.10/C]:

[JP2002-109189]

出 願 人
Applicant(s):

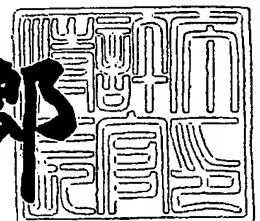
東京エレクトロン株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2003年 1月31日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3003005

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP022069

【提出日】 平成14年 4月11日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 プラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 上田 雄大

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 小泉 克之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 鈴木 公貴

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077849

【弁理士】

【氏名又は名称】 須山 佐一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014395

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9104549

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プラズマを発生させて被処理体にプラズマ処理を行う真空処理室と、

内部に熱媒体の流路を有する導電性材料で形成されるブロックと、

前記ブロックに接するように配置され少なくとも一部が絶縁性材料で形成された真空処理室内部品とを有し、

前記流路内に熱媒体としての絶縁性流体を流して前記真空処理室内部品を温度制御するプラズマ処理装置において、

前記被処理体が前記真空処理室内になく、且つプラズマを発生させない状態で前記流路に前記絶縁性流体を流す時に、不活性ガスを前記真空処理室内に供給しつつ前記真空処理室内を所定の圧力に制御することにより、前記真空処理室内部品の帯電圧の上昇を抑制することを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記絶縁性流体はフッ素系冷媒であることを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記絶縁性材料の体積抵抗率は $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

【請求項 4】 請求項 3 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記絶縁性材料はセラミックであることを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

【請求項 5】 請求項 4 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記真空処理室内部品は静電チャックであり、前記ブロックはアルミニウムで形成される下部電極であることを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

【請求項 6】 請求項 5 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記真空処理室には、前記下部電極と所定の距離だけ離れた位置に平行に配置される上部電極を有し、前記所定の圧力は、前記不活性ガスの種類に対応して求められるパッシェンカーブの最小火花条件から放電距離を前記所定距離とした場合に算出される圧力に対して、0.6 倍以上、2.0 倍以下であることを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 6 いずれか一項記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記不活性ガスは窒素ガスであることを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

【請求項 8】 請求項 7 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記所定の圧力は、略 13 Pa 以上、略 40 Pa 以下であることを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

【請求項 9】 請求項 1 ～ 8 いずれか一項記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記所定の圧力は間欠的に制御することを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

【請求項 10】 請求項 9 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記間欠的な圧力の制御は、前記不活性ガスの流量を変化させて行うことを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

【請求項 11】 請求項 9 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記間欠的な圧力の制御は、前記不活性ガスの流量を一定とし、圧力制御装置

で行うことを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマを生起して半導体ウエハ等のエッチング処理等を行うプラズマ処理装置に係り、特にプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、プラズマを生起し、このプラズマを被処理物に作用させて所定の処理を施すプラズマ処理装置が多用されている。

【0003】

例えば、半導体装置の製造分野においては、半導体装置の微細な回路構造を形成する際に、半導体ウエハ等の被処理基板にプラズマを作用させて、エッチングや成膜を行っている。

【0004】

このようなプラズマ処理装置では、真空処理室内でプラズマを発生させることから、プラズマの作用によって温度が上昇する可能性があり、このため、所定部位の温度を制御するための温度制御機構を備えたものが多い。

【0005】

例えば、対向して配置された上部電極と下部電極との間に高周波電力を印加してプラズマを発生させる所謂平行平板型のプラズマ処理装置では、半導体ウエハ等の被処理基板が載置される載置台（サセプタ）が下部電極を兼ねている。そして、この下部電極を構成する導電性材料（例えばアルミニウム等）からなブロック内に、熱媒体の流路を形成し、この流路内に熱媒体としての絶縁性流体例えば、フッ素系の絶縁性流体を流して半導体ウエハ等の温度制御を行うようになっている。

【0006】

上記フッ素系の絶縁性流体としては、例えば、フロリナート（商品名：住友ス

リーエム社製）（炭素、フッ素からなるフッ素系不活性液体）、GALDEN HT（商品名：アウジモント社製）（フッ素、炭素、酸素からなるパーフルオロポリエーテル）等がある。これらの絶縁性流体の熱伝導率（25℃）は約0.06 W/mK、体積抵抗率（25℃）は約 $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{18} \Omega \cdot m$ 、誘電率（25℃、1 kHz）は1.5～2.0である。

【0007】

また、上記構成のプラズマ処理装置では、上記した下部電極を構成するアルミニウム等からなるブロックの上に、静電チャックを設け、この静電チャックによって、半導体ウエハ等を吸着保持するよう構成されたものが多い。なお、このような静電チャックは、絶縁性材料で形成された絶縁膜の中に、静電チャック用の電極を介在させた構成とされている。

【0008】

さらに、上述した半導体ウエハ等の温度制御を効率良くかつ精度良く行うために、下部電極及び静電チャックを貫通して冷却ガス用供給孔を設け、この冷却ガス用供給孔から半導体ウエハ等の裏面側にヘリウム等の冷却ガスを供給するようにしたプラズマ処理装置も多い。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

上述したプラズマ処理装置では、あるロットの処理が終了し、次のロットの処理を行うまでに時間が空くような場合は、装置を待機状態（アイドル状態）として、真空処理室内のパーティクルの滞留や真空処理室壁面等への水分の吸着を防止し、次に処理を行うロットが搬送されてきた際に、清浄な環境で処理を開始できるようにしている。

【0010】

このようなアイドル状態では、従来は、真空処理室内に窒素ガス等の不活性ガスを所定流量で供給するとともに、圧力制御を行わない状態で真空排気を行っており、この結果、真空処理室内は、例えば5 Pa以下の圧力となっている。

【0011】

また、下部電極の流路内の絶縁性流体の循環も、停止させることなく続けて行

っている。

【0012】

しかしながら、上記のようなアイドル状態が長時間続いた場合、絶縁性流体の循環によって流路内壁と絶縁性流体との摩擦による静電気が発生し、下部電極内に電荷が蓄積される一方、下部電極の上部等は静電チャック用の絶縁性材料で覆われているため、電荷の蓄積により帯電圧が上昇する。図6は、かかる帯電圧の時間的な上昇を測定した結果を示すもので、図6の実線Fは絶縁性流体の流量を201/分とした場合、実線Gは絶縁性流体の流量を301/分とした場合を示している。

【0013】

同図に示されるとおり、絶縁性流体の流量が201/分の場合も、301/分の場合も、どちらも時間経過とともに帯電圧が上昇し、8000V以上となる。また、絶縁性流体の流量が多いほど短時間で帯電圧が上昇し、流量が301/分の場合は約3時間、流量が20.1/分の場合は約8時間で帯電圧が8000V以上となった。

【0014】

なお、絶縁性流体の温度を0℃、20℃、40℃と変えて同様な帯電圧の測定を行ったところ、帯電圧は、絶縁性流体の温度が高くなるほど多くなるという結果が得られた。これは、絶縁性流体の温度が上がり動粘度が小さくなることによって絶縁性流体の流速が大きくなり、流路内壁と絶縁性流体との摩擦による静電気の発生量が大きくなるためと推測される。

【0015】

さらに、破壊試験を行ったところ、図7に示されるように、帯電圧が8000V程度となったところで、静電チャックの電極と下部電極（アルミニウム製ブロック）との間で放電が生じ、静電チャックの絶縁膜が破壊されることがあることも判明した。

【0016】

なお、上記のような帯電圧の上昇は、アイドル時に下部電極を接地電位に切り換えることによって防止することができるが、仮に、かかる切り換え動作が確実

に行われなかった場合には、上記のような帯電圧の上昇により静電チャックの絶縁膜が破壊される等の可能性もある。

【0017】

本発明は、かかる従来の事情に対処してなされたもので、プラズマ処理装置の真空処理室内部品が高電圧に帯電することを防止することができ、絶縁性材料が放電等により破壊されることを防止することのできるプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法を提供しようとするものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】

すなわち、請求項1記載の発明は、プラズマを発生させて被処理体にプラズマ処理を行う真空処理室と、内部に熱媒体の流路を有する導電性材料で形成されるブロックと、前記ブロックに接するように配置され少なくとも一部が絶縁性材料で形成された真空処理室内部品とを有し、前記流路内に熱媒体としての絶縁性流体を流して前記真空処理室内部品を温度制御するプラズマ処理装置において、前記被処理体が前記真空処理室内になく、且つプラズマを発生させない状態で前記流路に前記絶縁性流体を流す時に、不活性ガスを前記真空処理室内に供給しつつ前記真空処理室内を所定の圧力に制御することにより、前記真空処理室内部品の帯電圧の上昇を抑制することを特徴とする。

【0019】

請求項2の発明は、請求項1記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、前記絶縁性流体はフッ素系冷媒であることを特徴とする。

【0020】

請求項3の発明は、請求項1又は2記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、前記絶縁性材料の体積抵抗率は $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることを特徴とする。

【0021】

請求項4の発明は、請求項3記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、前記絶縁性材料はセラミックであることを特徴とする。

【0022】

請求項 5 の発明は、請求項 4 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、前記真空処理室内部品は静電チャックであり、前記ブロックはアルミニウムで形成される下部電極であることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

請求項 6 の発明は、請求項 5 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、前記真空処理室には、前記下部電極と所定の距離だけ離れた位置に平行に配置される上部電極を有し、前記所定の圧力は、前記不活性ガスの種類に対応して求められるパッシェンカーブの最小火花条件から放電距離を前記所定距離とした場合に算出される圧力に対して、0.6 倍以上、2.0 倍以下であることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

請求項 7 の発明は、請求項 1 ～ 6 いずれか一項記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、前記不活性ガスは窒素ガスであることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 8 の発明は、請求項 7 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、前記所定の圧力は、略 1 3 P a 以上、略 4 0 P a 以下であることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

請求項 9 の発明は、請求項 1 ～ 8 いずれか一項記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、前記所定の圧力は間欠的に制御することを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

請求項 1 0 の発明は、請求項 9 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、前記間欠的な圧力の制御は、前記不活性ガスの流量を変化させて行うことを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 1 の発明は、請求項 9 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、前記間欠的な圧力の制御は、前記不活性ガスの流量を一

定とし、圧力制御装置で行うことを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の詳細を、実施の形態について図面を参照して説明する。

【 0 0 3 0 】

図 1 は、本発明の実施の形態に係るプラズマ処理装置（エッチング装置）全体の概略構成を模式的に示すもので、同図において、符号 1 は、材質が例えばアルミニウム等からなり、内部を気密に閉塞可能に構成され、真空処理室を構成する円筒状の真空チャンバを示している。

【 0 0 3 1 】

上記真空チャンバ 1 は、接地電位に接続されており、真空チャンバ 1 の内部には、導電性材料、例えばアルミニウム等からブロック状に構成され、下部電極を兼ねた載置台 2 が設けられている。

【 0 0 3 2 】

この載置台 2 は、セラミックなどの絶縁板 3 を介して真空チャンバ 1 内に支持されており、載置台 2 の半導体ウエハ W 載置面には、静電チャック 4 が設けられている。この静電チャック 4 は、静電チャック用電極 4 a を、絶縁性材料からなる絶縁膜 4 b 中に介在させた構成とされており、静電チャック用電極 4 a には直流電源 5 が接続されている。

【 0 0 3 3 】

この静電チャック 4 の絶縁膜 4 b は、材質が例えば、アルミナセラミックス（ Al_2O_3 ）から構成されており、溶射、あるいは焼結等によって形成されている。この場合の体積抵抗率は、約 $10^9 \sim 10^{14} \Omega \cdot cm$ 以上である。また、上記絶縁膜 4 b の材質としては、イットリア、窒化珪素等も用いることができ、ポリイミド等の樹脂を用いることもできる。

【 0 0 3 4 】

また、載置台 2 の内部には、温度制御のための熱媒体としての絶縁性流体を循環させるための熱媒体流路 6 と、ヘリウムガス等の温度制御用のガスを半導体ウエハ W の裏面に供給するためのガス流路 7（流路断面積 $165 mm^2$ 、長さ約 5

m) が設けられている。

【0035】

そして、熱媒体流路6内に、チラー6aから所定温度に制御された絶縁性流体を約30l/minで循環させることによって、載置台2を所定温度に制御し、かつ、この載置台2と半導体ウエハWの裏面との間にガス流路7を介して温度制御用のガスを供給してこれらの間の熱交換を促進し、半導体ウエハWを精度良くかつ効率的に所定温度に制御することができるようになっている。なお、絶縁性流体としては、例えば、前述したフッ素系の絶縁性流体（例えば、フロリナート（商品名：住友スリーエム社製）（炭素、フッ素からなるフッ素系不活性液体）、GALDEN HT（商品名：アウジモント社製）（フッ素、炭素、酸素からなるパーフルオロポリエーテル）等）が用いられる。

【0036】

また、載置台2の上方の外周には導電性材料または絶縁性材料で形成されたフォーカスリング8が設けられており、さらに、載置台2のほぼ中央には、高周波電力を供給するための給電線9が接続されている。この給電線9にはマッチングボックス10及び高周波電源11が接続され、高周波電源11からは、所定の周波数、例えば、13.56～150MHzの範囲の周波数の高周波電力が、載置台2に供給されるようになっている。

【0037】

さらに、フォーカスリング8の外側には、環状に構成され、多数の排気孔が形成された排気リング12が設けられており、この排気リング12を介して、排気ポート13に接続された排気系14により、真空チャンバ1内の処理空間の真空排気が行われるよう構成されている。なお、排気系14は、排気を行う真空ポンプ及び圧力制御を行う圧力制御装置（APC）等から構成されている。

【0038】

一方、載置台2の上方の真空チャンバ1の天壁部分には、シャワーヘッド15が、載置台2と平行に対向する如く設けられており、このシャワーヘッド15は接地されている。したがって、これらの載置台2およびシャワーヘッド15は、一对の電極（上部電極と下部電極）として機能するようになっている。

【0039】

上記シャワーヘッド15は、その下面に多数のガス吐出孔16が設けられており、且つその上部にガス導入部17を有している。そして、その内部にはガス拡散用空隙18が形成されている。ガス導入部17にはガス供給配管19が接続されており、このガス供給配管19の他端には、処理ガス供給系20が接続されている。この処理ガス供給系20は、各種の処理ガス、例えば、エッチング用の処理ガス等を供給する処理ガス供給源20c、パージ用の不活性ガス（例えば、窒素ガス、ヘリウムガス、ネオンガス、アルゴンガス等）を供給するガス供給源、例えば窒素ガス供給源20d、及び、これらのガスの流量を制御するためのマスフローコントローラ（MFC）20a、20b等から構成されている。

【0040】

一方、真空チャンバ1の外側周囲には、真空チャンバ1と同心状に、環状の磁場形成機構（リング磁石）21が配置されており、載置台2とシャワーヘッド15との間の処理空間に磁場を形成するようになっている。この磁場形成機構21は、回転機構22によって、その全体が、真空チャンバ1の回りを所定の回転速度で回転可能とされている。また、真空チャンバ1には、その内部（真空処理室）の圧力を測定するための圧力計23が設けられている。

【0041】

上記のように構成されたエッチング装置によるエッチング手順について説明すると、まず、真空チャンバ1に設けられた図示しないゲートバルブを開放し、このゲートバルブに隣接して配置されたロードロック室（図示せず）を介して、搬送機構（図示せず）により半導体ウエハWを真空チャンバ1内に搬入し、載置台2上に載置する。そして、直流電源5から静電チャック4の静電チャック用電極4aに所定の電圧を印加し、半導体ウエハWをクーロン力等により吸着する。

【0042】

この後、搬送機構を真空チャンバ1外へ退避させた後、ゲートバルブを閉じ、排気系14の真空ポンプにより排気ポート13を通じて真空チャンバ1内を排気しつつ、排気系14の圧力制御装置（APC）によって圧力制御が行われる。

【0043】

そして、真空チャンバ1内が所定の真空度になった後、真空チャンバ1内には、処理ガス供給系20から、所定のエッチングガスが、所定流量で導入され、真空チャンバ1内が所定の圧力、例えば略1～略133Pa（10～1000mTorr）に保持される。

【0044】

そして、この状態で高周波電源11から、載置台2に、所定周波数（例えば13.56MHz）の高周波電力を供給する。

【0045】

この場合に、下部電極である載置台2に高周波電力が印加されることにより、上部電極であるシャワーヘッド15と下部電極である載置台2との間の処理空間には高周波電界が形成されるとともに、磁場形成機構21による磁場が形成され、この状態でプラズマによるエッチングが行われる。

【0046】

そして、所定のエッチング処理が実行されると、高周波電源11からの高周波電力の供給を停止することによって、エッチング処理を停止し、上述した手順とは逆の手順で、半導体ウエハWを真空チャンバ1外に搬出する。

【0047】

また、あるロットの処理が終了し、次のロットの処理を行うまでに時間が空くような場合は、次に処理を行うロットが搬送されてきた際に、清浄な環境下で処理を開始できるようにプラズマ処理装置は、真空処理室内のパーティクルの滞留や真空処理室内壁面等への水分の吸着を防止する待機状態（アイドル状態）となる。

【0048】

図2は、プラズマ処理装置がアイドル状態とされる際の制御のタイミングチャートであり、同図に示すとおり、真空処理室内に半導体ウエハWが配置されておらず、かつ、真空処理室内にプラズマが生起されていない状態で、真空処理室の状態が、アイドル状態に切り換えられると、これと同時に窒素ガスパージ（N₂パージ）が開始される。なお、このアイドル状態では、熱媒体流路6には前述したような絶縁性流体の循環が行われており、また、静電チャック4の電極4aは

接地電位に接続された状態、ガス流路 7 からの温度制御用のガスの供給は停止された状態となっている。また、上記の窒素ガスに換えて他の不活性ガス、例えばアルゴンガス等を用いることもできる。

【 0 0 4 9 】

そして、アイドル状態に切り換えられてから 5 分後に、排気系 1 4 の A P C による真空処理室内の圧力制御が開始される。この圧力制御は、真空処理室内が例えば、略 2 7 P a (2 0 0 m T o r r) の所定圧力となるように行われる。

【 0 0 5 0 】

なお、このように、アイドル状態に切り換えられてから 5 分後に、真空処理室内の圧力制御を開始するのは、アイドル状態が 5 分間連続したことにより、その後しばらくアイドル状態が続くと推測されることから、圧力制御を開始するものである。しかしながら、アイドル状態に切り換えられると同時に圧力制御を開始しても良く、また、5 分に限らず、絶縁性流体の循環流量に依存する帯電圧の上昇速度と静電チャック 4 が絶縁破壊する帯電圧との関係に基づいて、例えば、3 分後、1 0 分後、1 5 分後等から圧力制御を開始しても良い。

【 0 0 5 1 】

図 3 は、上記のように、アイドル状態で真空処理室内の圧力制御を行った場合における静電チャック 4 の絶縁膜 4 b の帯電圧と時間との関係、及び、従来のようにアイドル状態で真空処理室内の圧力制御を行わない場合における静電チャック 4 の絶縁膜 4 b の帯電圧と時間との関係を比較して示すものである。

【 0 0 5 2 】

同図に点線 A で示されるとおり、アイドル状態で真空処理室内の圧力制御を行う本実施形態では、実線 B で示されるアイドル状態で真空処理室内の圧力制御を行わない場合に比べて、帯電圧が上昇することを大幅に抑制することができる。したがって、帯電圧の上昇によって、静電チャック 4 の絶縁膜 4 b に絶縁破壊が生じ、絶縁膜 4 b にチッピング等が生じることを防止することができる。

【 0 0 5 3 】

ここで、上記のようにアイドル状態において真空処理室内の圧力制御を行い、真空処理室内の圧力を 2 6 . 6 P a 程度に制御した場合に、圧力制御を行わない

場合（この場合真空処理室内の圧力は1.33 Pa程度となっている。）に比べて、帯電圧が上昇することを抑制することができるのは、以下のような2つのメカニズムによる放電が生じているためと推測される。

【0054】

すなわち、1つのメカニズムは、真空処理室内の圧力が高くなると、載置台2を構成するアルミニウム製のブロック内のガス流路7内等に入り込んでいるガス分子の数が増え、これらのガス分子によって、載置台2からより多くの電荷が運ばれるという推測であり、もう一つのメカニズムは、このガス流路7と上部電極であるシャワーヘッド15との間で放電が生じるという推測である。

【0055】

上記のメカニズムのうち、後者のガス流路7とシャワーヘッド15との間で生じる放電の生じ易さは、図4に示すようなパッシェンカーブと称されている曲線の如き変化を示すことが知られている。なお、図4において縦軸は火花電圧（V）、横軸はギャップ長×気圧（ $p \cdot d$ ）（ $m \cdot Pa$ ）を示している。

【0056】

そして、ガス種を窒素とした場合、最小火花電圧は250 Vで、この場合のギャップ長×気圧（ $p \cdot d$ ）は、0.76となる。また、図1に示した装置において、ギャップ長（載置台2（ガス流路7の底部）とシャワーヘッド15との間の距離）は、約43 mmであるので、圧力が略21 Pa（160 mTorr）の時に最小火花電圧の250 Vとなり、計算上最も放電が生じ易い状態となる。

【0057】

また、図4を見れば明らかとおり、パッシェンカーブは、最小火花電圧を示す点（パッシェンカーブの最下点）から、ギャップ長×気圧（ $p \cdot d$ ）が増加する方向では上昇が緩やかであり、一方、減少する方向では上昇が急激に起きる。

【0058】

一方、上記の真空処理室内の圧力を変化させて、各圧力における帯電圧を調べたところ、圧力が略13 Pa（100 mTorr）～略40 Pa（300 mTorr）の範囲で、帯電圧を良好に抑制することができた。したがって、真空処理室内の圧力は略13 Pa（100 mTorr）～略40 Pa（300 mTorr）とすることが好

ましい。

【0059】

また、上記の圧力範囲は、パッシェンカーブにおける最小火花電圧となる圧力の約0.6倍以上、約2.0倍以下に相当する。したがって、放電を生じ易くして、帯電圧を良好に抑制するためには、真空処理室内の圧力を、パッシェンカーブにおける最小火花電圧となる圧力の約0.6倍以上、約2.0倍以下とすることが好ましい。

【0060】

図5は、真空処理室内を真空引きしつつ熱媒体流路6内に絶縁性流体を循環させ、真空チャック4をある程度高電圧に帯電させた状態で、真空処理室内に窒素ガスを圧力略40Pa（300mTorr）で圧力制御した状態で流入させた際の帯電圧の変化の様子を示すものである。

【0061】

同図に示されるように、真空処理室内に窒素ガスを圧力制御した状態で流入させると、帯電圧が瞬間的に大幅に低下し、その後略一定となる。このような帯電圧の変化のうち、帯電圧が瞬間的に低下するのは、前述した2つのメカニズムのうちの後者のメカニズムによる放電が生じているものと推測される。また、その後帯電圧が略一定となっている状態では、前者のメカニズムによる放電が生じているものと推測される。

【0062】

ところで、前述した図3の点線Aに示されるとおり、アイドル状態において真空処理室内の圧力制御を行うと、帯電圧が、ある値になるとその値で略一定となり、その値以上上昇しなくなる。この値は、圧力を略27Pa（200mTorr）とした場合は約740Vであった。また、上記した圧力範囲のうちの下限である略13Pa（100mTorr）とした場合は約830Vとなり、740Vよりは上昇したが、圧力制御を行わない場合に比べて明らかな効果上の相違があった。

【0063】

また、上記の圧力を一定にして、窒素ガスの流量を変化させ、286sccmと、714sccmとして帯電圧を調べた。この結果、圧力が一定の場合、少な

くとも上記の流量範囲においては、窒素ガスの流量は帯電圧にほとんど影響を与えないという結果が得られた。すなわち、窒素ガスの流量を286 s c c mから714 s c c mに増大させても、圧力が一定の場合は、帯電圧を低減させる効果にほとんど差が見られなかった。このため、消費する窒素ガスの量を低減させるためには、窒素ガスの流量を比較的低く設定することが好ましい。

【0064】

また、前述した図6等に表示されるとおり、帯電圧が数千ボルト程度に上昇するまでには、少なくとも1時間程度の時間がかかるので、上記のような圧力の制御は、連続して行わずに、間欠的に行ってもよい。このような場合、圧力の制御は、不活性ガスの流量を変化させて行っても、不活性ガスの流量を一定として圧力制御装置で行うこともできる。また、帯電圧が所定の値より大きい場合、図5に示される通り、短時間で圧力制御の効果が現れるので、圧力制御の時間は例えば1分間以内でも良い。

【0065】

また、本実施例では下部電極を兼ねた載置台2に高周波電力を印加し、半導体ウエハWを吸着するための直流電圧を静電チャック用電極4aに印加する構成を示したが、下部電極に高周波電力と直流電圧を重畳して印加し、静電チャック4の代わりに絶縁性材料からなる絶縁膜のみを配置した構成でも良い。

【0066】

以上のとおり、本実施形態によれば、アイドル状態において真空処理室内の圧力制御を行うことによって、真空処理室内部品である静電チャック4が高電圧に帯電することを防止することができ、静電チャック4の絶縁膜4bが放電等により破壊されることを防止することができる。

【0067】

なお、上述した実施形態では、本発明を、下部電極にのみ高周波電力を供給するタイプのエッチング装置に適用した例について説明したが、本発明はかかる場合に限定されるものではなく、例えば、上部電極と下部電極の双方に高周波電力を供給するタイプのエッチング装置や、成膜を行うプラズマ処理装置等、あらゆるプラズマ処理装置に適用することができる。また、上述した実施形態では、静

電チャック 4 の帯電について説明したが、静電チャック 4 以外の真空処理室内部品についても同様にして適用することができることは勿論である。

【0068】

【発明の効果】

以上説明したとおり、本発明によれば、プラズマ処理装置の真空処理室内部品が高電圧に帯電することを防止することができ、絶縁性材料が放電等により破壊されることを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係るプラズマ処理装置の概略構成を示す図。

【図 2】

図 1 のプラズマ処理装置における主要部位の動作タイミングを示す図。

【図 3】

実施形態における帯電圧の時間変化を従来例と比較して示す図。

【図 4】

パッシェンカーブを示す図。

【図 5】

圧力制御を行った際の帯電圧の時間変化を示す図。

【図 6】

帯電圧の時間変化を示す図。

【図 7】

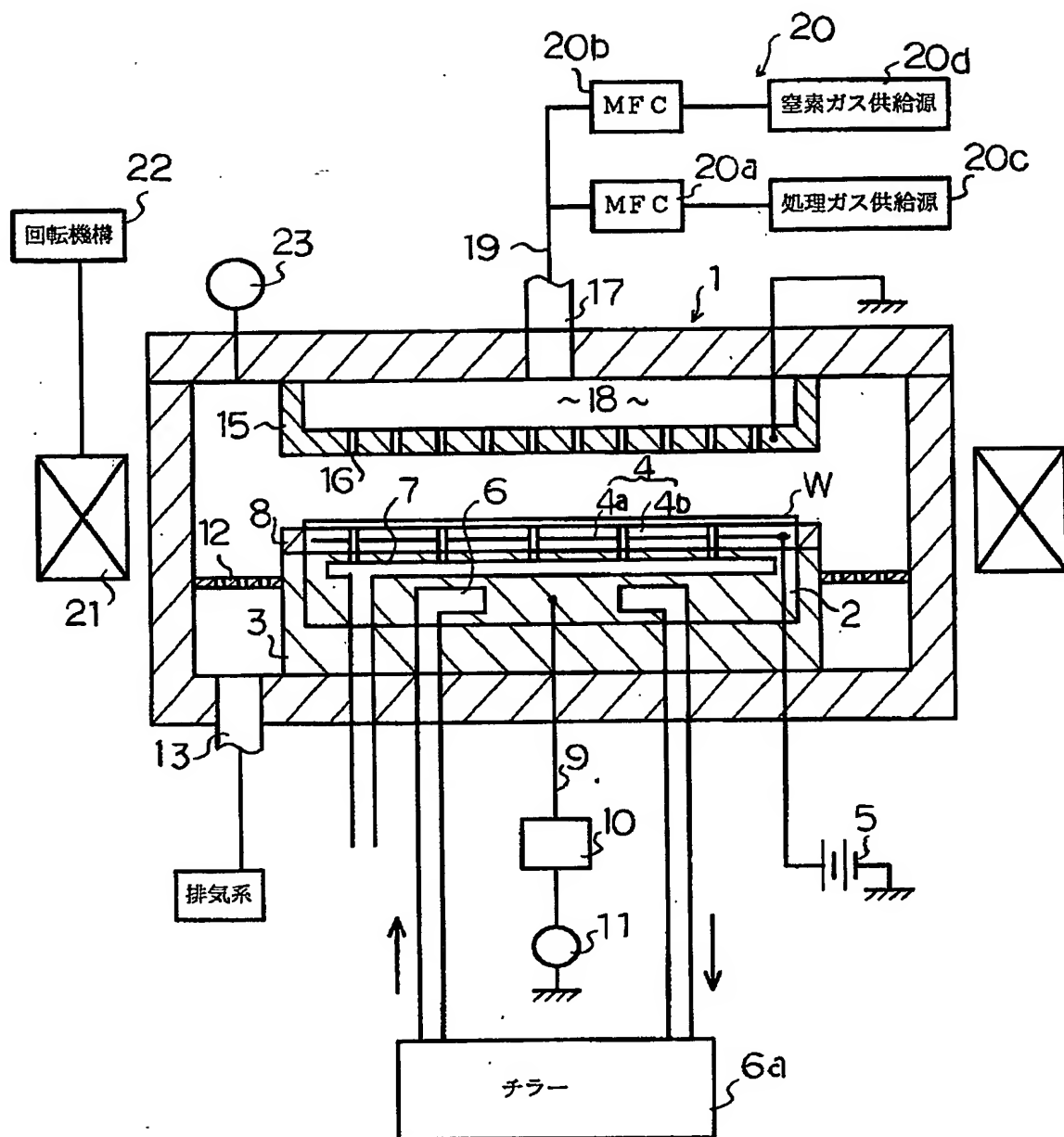
破壊検査を行った際の帯電圧の時間変化を示す図。

【符号の説明】

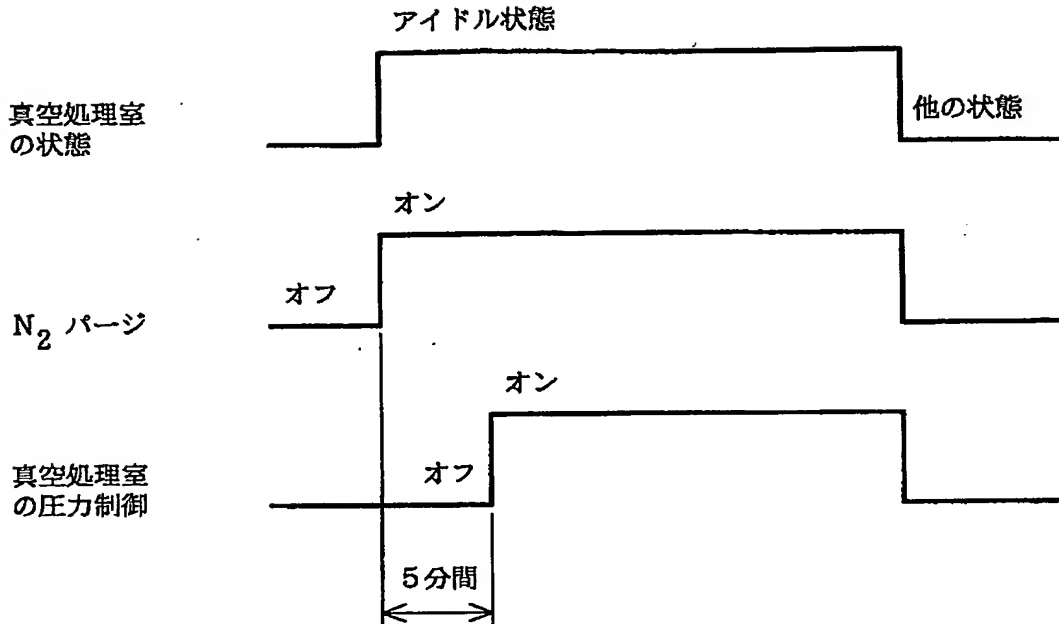
W……半導体ウエハ、1……真空チャンバ、2……載置台（下部電極）、4……静電チャック、4 a……静電チャック用電極、4 b……絶縁膜、6……熱媒体流路、7……ガス流路、14……排気系、15……シャワーヘッド（上部電極）、20……処理ガス供給系。

【書類名】 図面

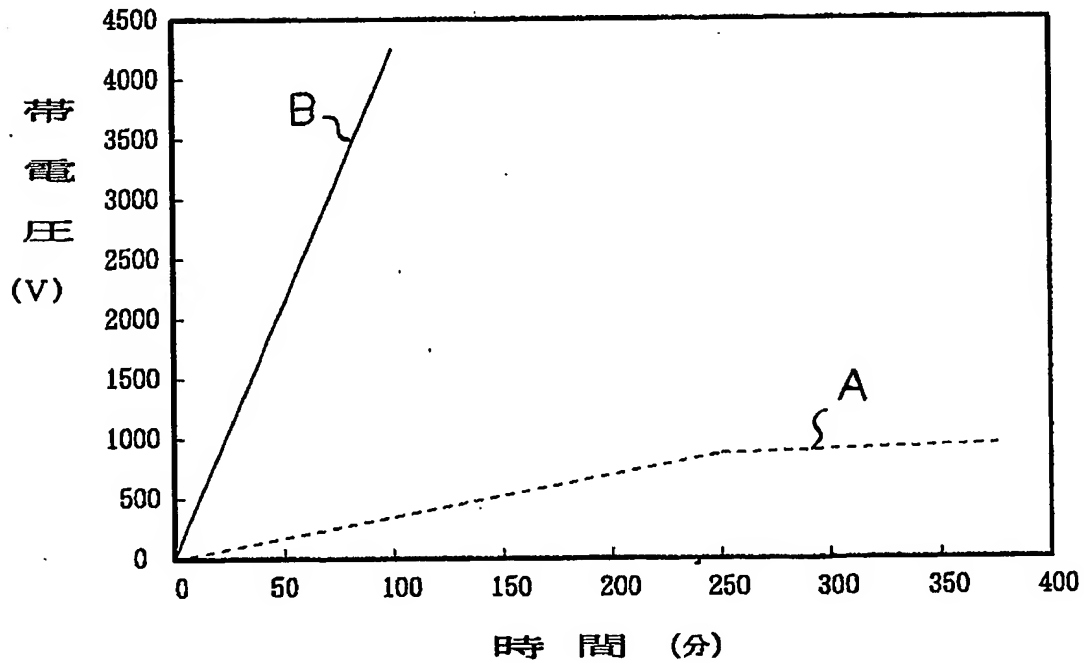
【図 1】



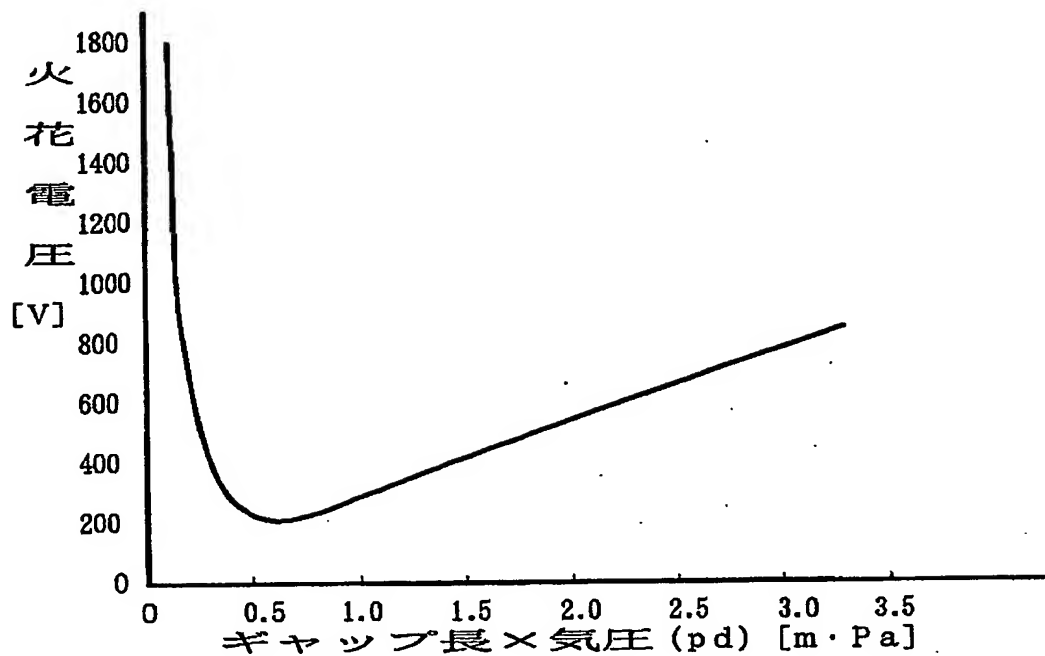
【図 2】



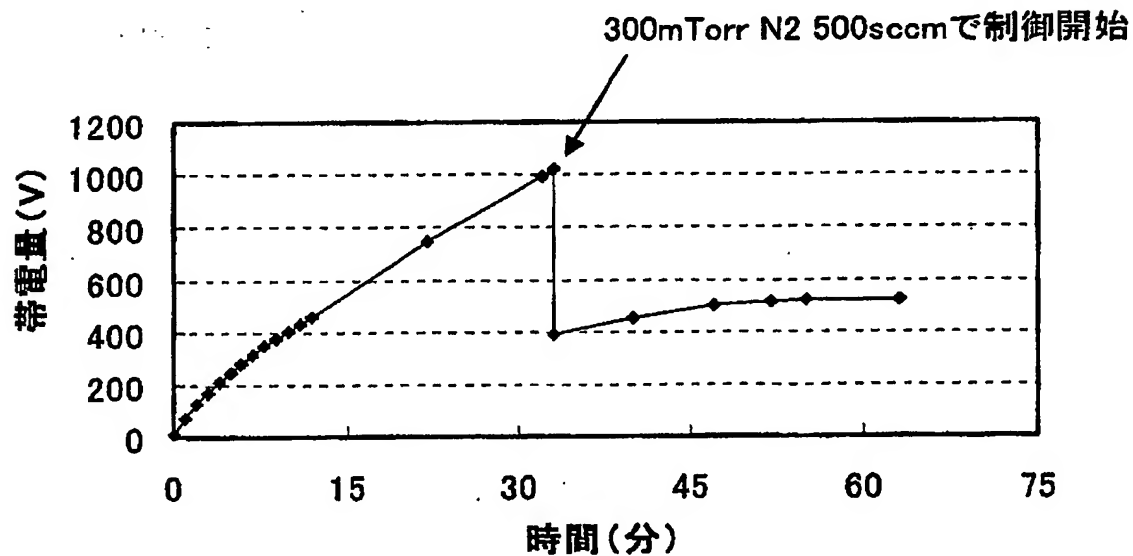
【図 3】



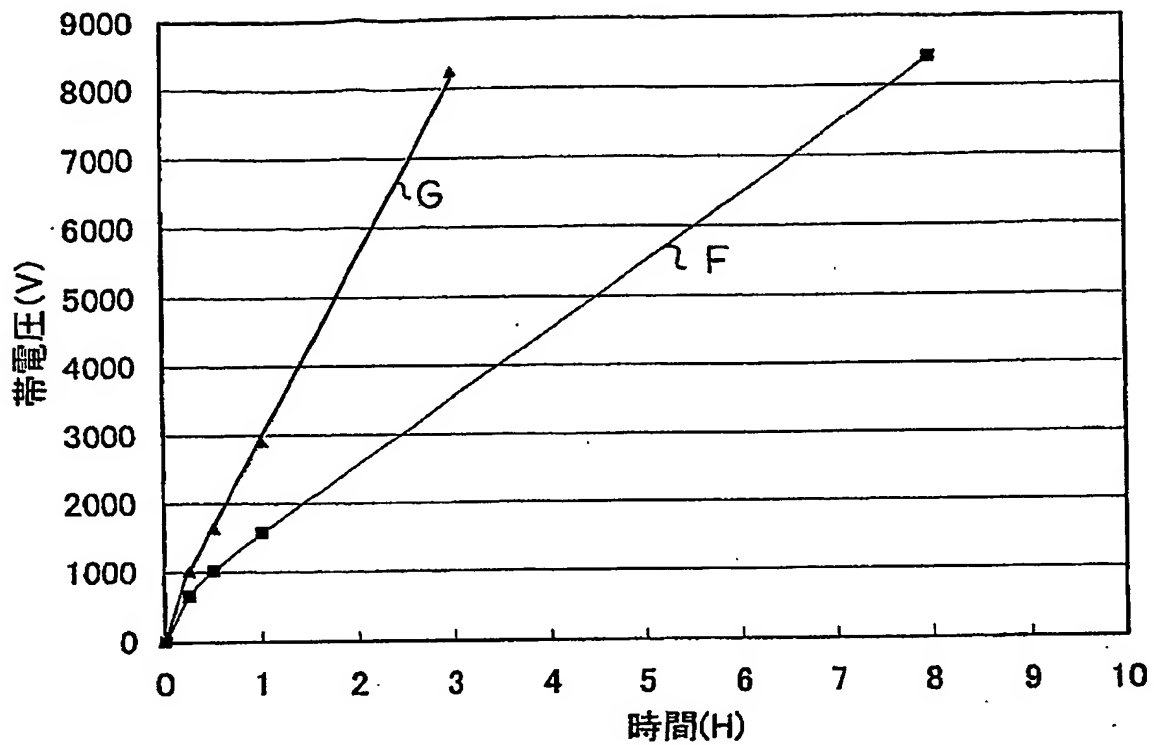
【図4】



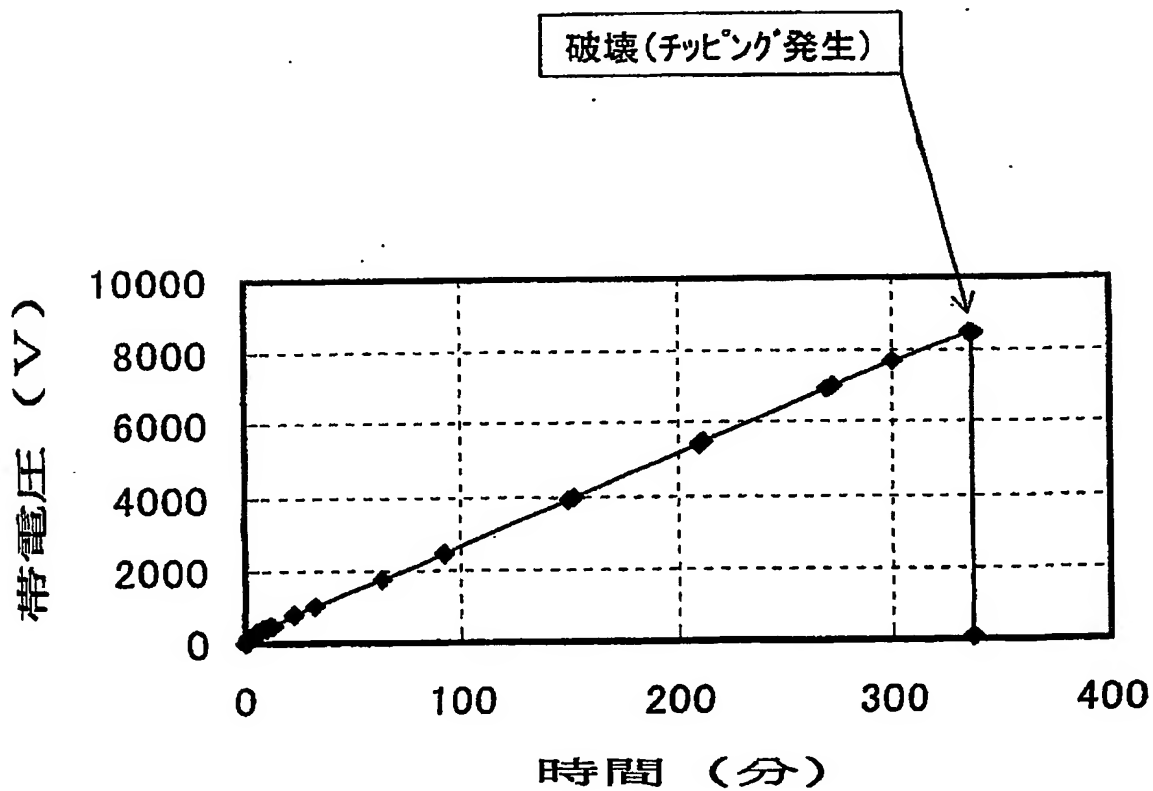
【図5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマ処理装置の真空処理室内部品が高電圧に帯電することを防止することができ、絶縁性材料が放電等により破壊されることを防止することのできるプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法を提供する。

【解決手段】 真空処理室内に半導体ウエハWが配置されず、かつ、真空処理室内にプラズマが生起されない状態で絶縁性流体の循環が行われるアイドル状態に切り換えられると、真空処理室内への窒素ガスパージ（N₂ パージ）を開始し、真空処理室内が例えば、略27Pa（200mTorr）の所定圧力となるように圧力制御を行う。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

| | |
|----------|----------------|
| 1. 変更年月日 | 1994年 9月 5日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 東京都港区赤坂5丁目3番6号 |
| 氏 名 | 東京エレクトロン株式会社 |